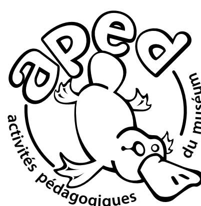
DOSSIER  **PÉDAGOGIQUE**

LA BIODIVERSITÉ

Christiane Kurth & Daniel Thurre

Ville de Genève
Muséum HISTOIRE NATURELLE

VILLE DE GENÈVE

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

Table des matières

Avant - Propos

1. Vous avez dit « biodiversité » ? *p. 2*

2. L'évolution : la genèse de la biodiversité *p. 3*

3. L'étude de la biodiversité *p. 4*

4. L'homme et le monde animal *p. 5*

5. L'homme et le monde végétal *p. 6*

6. La nourriture et la santé *p. 7*

7. Le muséum comme archive de la biodiversité *p. 8*

8. Conservation – Protection *p. 9*

9. Dangers pour la biodiversité *p. 10*

Pistes de travail *p. 12*

Glossaire *p. 14*

La biodiversité en chiffres *p. 17*

Orientation bibliographique *p. 18*

Avant-Propos

Dans les années 1980, nous avons découvert que l'homme provoque, depuis la révolution industrielle, une disparition accélérée des espèces vivantes, donc une diminution de la biodiversité. Cette prise de conscience, fortement médiatisée, a fait dire à certains auteurs que ce phénomène prend l'allure d'une extinction massive comparable à celle des dinosaures et bien d'autres organismes, il y a 65 millions d'années.

En tant que géologue, je me garderai de comparer une extinction naturelle, qui fut suivie par l'essor des mammifères au Tertiaire, avec la perte de la diversité biologique actuelle tout à fait artificielle. En effet dans ces circonstances, il est illusoire de penser qu'un système complexe privé de l'ensemble de ses constituants continue à fonctionner normalement, c'est-à-dire à réagir dans un laps de temps qui ne mette pas en danger l'espèce humaine.

Vous n'êtes pas un décideur avec le pouvoir de proposer des modèles de gestion qui tiennent compte de la valeur de la diversité biologique et vous vous sentez impuissants devant ce danger. Que faire ? Lisez attentivement cette brochure et visitez l'exposition « Toile de vie » afin d'appréhender la biodiversité, un concept difficile à expliquer. Vous constaterez que la bataille n'est pas perdue et que chacun d'entre nous peut jouer un rôle, par exemple, en maintenant et en développant la biodiversité dans un jardin voire même sur un balcon. Et si les sciences naturelles vous passionnent, du travail vous attend car de nombreux organismes vivants sont encore à découvrir et à décrire.

Restons toutefois modestes et réalistes devant ce problème planétaire. Pour assurer la survie de millions de personnes dont on ne peut nier le droit à l'existence, des destructions seront inévitables et incontournables. Qui s'opposera à la disparition de virus et de bactéries qui éviteront des souffrances et des morts ? Qui empêchera la destruction de milieux pour assurer le nécessaire à des populations défavorisées ?
Et enfin sachez que le monde actuel est le résultat de près de 4 milliards d'années d'évolution ponctués de disparitions et d'apparitions d'espèces avec des perdants et des gagnants.

Soyons du côté des gagnants !

Danielle Decrouez,
Directrice du Muséum d'histoire
naturelle de la Ville de Genève

1. Vous avez dit « biodiversité » ?

Le terme « biodiversité » vient de la contraction anglaise de *biological diversity.* La diversité comprend toute forme de vie, aussi bien végétale, animale que les champignons et les microorganismes. La vie est multiple et complexe, et c'est cette multitude que les scientifiques tentent d'inventorier. Mais le concept de biodiversité recouvre aussi tous les liens qui unissent les êtres vivants à leur milieu et entre eux. La diversité biologique exprime ainsi la variété de la vie dans un écosystème (association de l'ensemble des êtres vivants dans un biotope).

Généralement, les scientifiques reconnaissent dans la biodiversité trois niveaux différents : les **espèces**, les **écosystèmes** et les **gènes** :

° La diversité spécifique comprend toutes les variétés d'espèces que l'on peut trouver dans une région donnée. Le concept d'espèce est à la base de toute la classification et il aide à la description de la diversité biologique en indiquant précisément de quoi est constituée la biodiversité. On distingue deux espèces différentes selon leurs caractères morphologiques (couleur, forme, etc.), mais avant tout, par leur impossibilité de se reproduire sexuellement dans des conditions naturelles.

° La diversité écosystémique se rapporte au lieu (bord d'une rivière, forêt, montagne, etc.) où vivent différentes espèces vivantes, les liens avec les caractéristiques de ce lieu (humidité, sol, température, ensoleillement) et les liens qui se tissent entre les différentes espèces habitant ce lieu.

° La diversité génétique se rapporte à l'information génétique contenue dans les êtres vivants, qui est différente pour chaque espèce. La diversité se retrouve également au sein d'une même espèce qui a des variétés avec des potentialités génétiques différentes. Ces différentes combinaisons de gènes permettent aux populations de s'adapter aux changements de leur environnement.

L'oie cendrée

Genre et espèce : Anser anser

Son habitat : Milieux ouverts, généralement liés à l'eau

Sa nourriture : Essentiellement des plantes (herbes, racines, feuilles, germes, graines et fruits divers), récoltées en broutant sur terre ou dans l'eau

Divers : Grande voyageuse, migrant de l'Islande, la Scandinavie et l'Asie vers des zones plus tempérées en hiver. Chez nous, des oiseaux issus de lâchers se reproduisent librement par endroits

Les gènes : Les variations géographiques de l'oie cendrée se traduisent par deux sous-espèces, Anser anser anser *à l'ouest et* Anser anser rubrirostris *à l'est, qui diffèrent par la couleur du bec et la teinte du plumage. L'étude de certains de leur gènes a mis en évidence une différence d'environ 1 % entre ces deux groupes: bien qu'elles peuvent toujours se reproduire entre elles, la diversité génétique entre les deux sous-espèces est donc relativement importante.*

2. L’évolution : la genèse de la biodiversité

L’histoire de la Terre remonte à la nuit des temps, puisqu’elle a débuté il y a environ 4,6 milliards d’années. L’histoire de la vie est un peu plus récente et remonte à plus de 3,5 milliards d’années, avec les premières cellules dites « procaryotes » (sans noyaux) ; son évolution a été lente et interrompue par plusieurs grandes « catastrophes ».

Les traces de restes de formes de vie que sont les fossiles témoignent d’un foisonnement de la vie animale dans les océans, il y a déjà plus de 600 millions d’années. Cette faune exceptionnelle, appelée faune d’« Ediacara », regroupait des animaux mous, sans squelette, sans yeux, sans pattes et sans carapaces. Les végétaux existaient sous forme de simples algues. Aucune plante terrestre, ni aucun animal, n’avait encore la capacité de vivre à la surface de la terre. Depuis, la vie n’a pas cessé d’évoluer, d’inventer, de se diversifier et de se renouveler. La terre et l’air ont été colonisés.

Les requins sont apparus, il y a 380 m.a. (millions d’années) ;

les insectes ailés 330 m.a.;

les dinosaures 230 m.a. ;

les oiseaux 150 m.a. ;

l’Homo sapiens 200’000 ans

et les vaches il y a 10’500 ans.

Des événements majeurs (tectoniques, géologiques, climatiques, variation du niveau marin, du taux de salinité ou autres) ont cependant interrompu à plusieurs reprises cette évolution et les paléontologues comptent généralement 5 grandes extinctions massives. La plus ancienne documentée remonterait à la limite Ordovicien/Silurien, il y a environ 440 millions d’années. Une centaine de familles d’animaux marins ont alors complètement disparu, probablement à cause d’un refroidissement important du climat sur la Terre à cette époque[1].

La dernière grande extinction est la plus connue, puisqu’elle a eu raison notamment des animaux terrestres dominants à cette époque, les dinosaures (fin du Crétacé, il y a 65 millions d’années). Cette fois-ci, la vie animale a été durement touchée, aussi bien dans les mers que sur les terres. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer la fin des dinosaures, mais celles-ci restent souvent difficiles à vérifier. Les scientifiques s’accordent généralement à dire que cette extinction n’a pas été soudaine et qu’elle résulte de différents événements.

Aujourd’hui, l’homme serait devant la 6^{e} extinction massive et il en serait le principal responsable. La vie a une capacité d’adaptation, mais actuellement les activités humaines occasionnent des changements trop rapides pour certaines espèces. La disparition d’une simple plante ou d’un seul animal peut entraîner l’extinction en chaîne d’autres espèces, avec des conséquences pour l’homme !

[1] Pour la liste des extinctions : http://terresdepredateurs.org/evolution.htm

3. L'étude de la biodiversité

L'étude de la biodiversité d'une région donnée est un excellent indicateur pour connaître la richesse, comme la vulnérabilité d'un écosystème. Les scientifiques inventorient le nombre des espèces présentes pour évaluer la diversité biologique. L'analyse est établie en tenant compte de différents facteurs: la forme des reliefs, l'eau, les sols, la végétation, le climat, la faune et l'influence humaine. Il est ensuite plus facile d'isoler les problèmes majeurs qui compromettent l'équilibre de l'écosystème.

° Cette étude s'appuie sur la systématique, ou classification du monde vivant. Chaque espèce est regroupée dans un genre, une fois identifiée. Charles Linné, botaniste du XVIII[e] siècle proposa un système de classification qui permet aujourd'hui encore d'identifier et de répertorier toute nouvelle espèce découverte:

Règne : Animal

Phylum : Cordés (Vertébrés)

Classe : Mammifères

Ordre : Primates

Famille : Hominidés

Genre : Homo

Espèce : sapiens

Il manque alors encore de comprendre les mécanismes de l'évolution et de la spéciation. Les différentes populations doivent s'adapter aux changements dans leur environnement, sinon elles disparaissent: c'est la théorie de la sélection naturelle de A. R. Wallace et C. Darwin. Ceux-ci prétendent que les espèces évoluent par la compétition pour la survie. Cette dernière théorie n'est pas fondamentalement remise en cause par les scientifiques d'aujourd'hui. Cependant, de nouvelles techniques, comme la génétique moderne, permettent de compléter et de mieux expliquer les processus d'hérédité.

° L'écologie tente de comprendre les liens qui unissent les différentes espèces entre elles dans cet écosystème. Les relations alimentaires jouent un rôle primordial pour appréhender un écosystème:

Les végétaux sont dits «producteurs primaires», car ils fabriquent de la matière vivante à partir d'énergie lumineuse. Les animaux herbivores consomment ces végétaux avant d'être à leur tour mangés par des carnivores. On parle de transferts de matière dans un écosystème.

° La génétique permet, en étudiant certains gènes, de comprendre comment une espèce unique évolue en différentes espèces et de reconstituer l'évolution (par exemple de l'homme). La diversité génétique contribue aussi à la richesse de notre planète, puisqu'elle permet aux individus de s'adapter aux changements de leurs milieux de vie.

4. L'homme et le monde animal

Les scientifiques ont recensé aujourd'hui plus d'un million d'espèces animales différentes. Il en existerait cependant beaucoup plus, puisqu'ils les estiment dans l'état actuel des connaissances à 10 ou 20 millions. Si les animaux d'une taille importante sont vraisemblablement presque tous identifiés, ceux de plus petites tailles sont encore largement inconnus.

Les extinctions d'espèces (végétales, comme animales) par processus naturel sont tout à fait normales. Le rythme de ces disparitions est difficile à comptabiliser, cependant les scientifiques estiment qu'elles sont de 1 à 2 espèces par an pour 1 million d'espèces. L'homme contribue maintenant à accélérer ce rythme, puisque ce chiffre se monterait à 500, voire 1000 extinctions d'espèces par an sur 1 million.

° L'homme est responsable de la destruction ou de la modification de l'habitat de nombreux animaux.

Ainsi, une enquête réalisée en 1992 en France sur les zones humides révéla que leur superficie avait diminué de près de 67 % depuis le début du siècle, l'urbanisme et l'agriculture étant les principaux facteurs de cette disparition. Les intérêts scientifiques de ces zones humides sont maintenant mieux compris tant pour leurs fonctions hydrologiques que pour la conservation de l'habitat de leur flore et de leur faune sauvages particulières. La situation est identique en Suisse.

° L'homme doit limiter son exploitation directe d'animaux (pêche, chasse, etc.).

Le dodo est un exemple très souvent cité pour illustrer cet aspect. Cet oiseau, d'une longueur d'un mètre, court sur pattes et peu gracieux, vivait sur l'île Maurice. Il avait complètement perdu sa capacité de voler et son nid était construit à même le sol en raison d'une absence totale de prédateurs sur l'île. En 1598, les Portugais débarquent à l'île Maurice, y découvrent le dodo et en 1681 meurt le dernier individu de cette espèce. En effet, les marins chassaient ces proies faciles pour s'alimenter et leurs œufs étaient détruits par les chiens ou les cochons sauvages introduits par les Portugais.

° L'élevage moderne, soutenu par des gouvernements, privilégie un certain nombre de races dites « à haut rendement ». De nombreuses races locales risquent alors de disparaître et de contribuer à l'appauvrissement de la diversité animale.

En 2006 en France, 39 races bovines différentes sont élevées. La vache noire et blanche « Prim'Holstein » est productive et rentable, puisqu'elle est laitière et destinée à la boucherie. La Prim'Holstein est une race qui représente 73 % de cette population bovine !

5. L’homme et le monde végétal

Environ 300’000 plantes ont été aujourd’hui identifiées et il en reste encore beaucoup à découvrir. La plupart – environ 90 % – sont des plantes à fleurs. Les 10 % restant sont, par ordre d’importance, les mousses, les fougères, les lichens, les conifères et les cycadées.

Les plantes sont à la base de toute la chaîne alimentaire, puisqu’elles utilisent l’énergie solaire pour synthétiser de la matière organique. Durant ce processus – la photosynthèse – elles consomment du gaz carbonique et rejettent de l’oxygène. Actuellement, les préoccupations principales sont la déforestation et l’introduction de plantes étrangères non indigènes :

° La moitié de la diversité animale et végétale mondiale se trouve dans les forêts tropicales. Ces forêts ont diminué de moitié par rapport aux forêts initiales et sont remplacées par des surfaces cultivées. Cette destruction continue à un rythme de 0,8 % par an. Si ce taux de déforestation se maintient, le taux d’extinction des espèces vivant dans ces forêts se poursuivra de manière exponentielle. Ces forêts remplissent d’autres fonctions vitales, comme par exemple éviter l’érosion des sols, absorber le dioxyde de carbone ou encore conserver les nutriments des sols. Il semble aussi que la déforestation influence de manière conséquente la pluviométrie et donc le climat de ces régions, voire même à une échelle mondiale.

  Les forêts des régions tempérées ont aussi beaucoup diminué jusque dans les années 1990 et cet abattage a commencé il y a plus de 2000 ans. Il semble maintenant que le phénomène se stabilise, mais la qualité écologique de ces forêts n’est pas toujours satisfaisante.

  En Suisse, nos forêts abritent environ 50’000 espèces animales et végétales, ce qui correspond, là aussi, à la moitié des espèces identifiées par les biologistes. La politique en vigueur est de conserver une forêt la plus naturelle possible, tout en répondant aux besoins d’un pays densément habité.

° La diminution de la diversité végétale est liée aux plantes exotiques, dites « envahissantes ». En effet, les hommes ont introduit de manière plus ou moins intentionnelle des plantes étrangères dans des régions où elles étaient jusqu’alors inconnues. Ces dernières, n’ayant pas de prédateurs, envahissent nos jardins et supplantent les espèces locales.

  Cette pollution biologique préoccupe de plus en plus. C’est pourquoi une Commission suisse pour la conservation des plantes sauvages a été créée en 1991. Elle a pour but de promouvoir la conservation de la diversité génétique des plantes sauvages en Suisse.

6. La nourriture et santé

Depuis toujours, l'homme prélève dans le milieu naturel les aliments nécessaires à sa survie. Aujourd'hui encore, la consommation d'espèces sauvages (plantes, gibier, poisson) nourrit une grande partie de l'humanité.
On estime que l'homme consomme pour sa nourriture 3 % de la biomasse terrestre totale. Il utilise également les ressources pour les médicaments, l'énergie, le bois de chauffage, les vêtements, les constructions d'habitation, etc., cette consommation multiplie alors le taux par 10.

° La population mondiale augmente toujours et atteindra 9 milliards en 2050, selon certaines estimations. Il est à relever qu'aujourd'hui, une personne sur 6 souffre de la faim ! La biodiversité elle seule peut garantir une alimentation variée et une agriculture qui s'adapte aux maladies et aux changements climatiques.

° Il existe des milliers de plantes qui sont comestibles, mais nous en consommons très peu. En fait, dans nos régions, nous ne mangeons que les espèces qui s'adaptent à l'agriculture intensive. Les plantes sont une ressource importante dans l'élaboration de nouveaux médicaments, et il y a encore de nombreuses populations à travers le monde qui utilisent les plantes sauvages pour se soigner. L'ethnobotanique – la science qui étudie les relations entre les plantes et l'homme – deviendra vraisemblablement à l'avenir une science importante.

L'homme consomme principalement quatre plantes, à savoir : le blé, le maïs, le riz et la pomme de terre. Celles-ci représentent la moitié des besoins énergétiques en végétaux de l'homme. La Revue suisse agricole a publié une liste suisse des variétés de pomme de terre en 2006. Selon cette dernière, il y aurait 29 variétés différentes, alors qu'on en comptait entre 200 et 300 au début du XX^{e} siècle !

° Il semble que 98 % des plantes n'auraient pas encore été étudiées pour leur propriété et à chaque fois qu'une espèce disparaît, de précieuses données génétiques s'envolent avec elle pour toujours. Des gènes différents dans des espèces différentes, cela signifie aussi des caractéristiques qui pourraient permettre de lutter contre des maladies, améliorer une espèce actuelle, renouveler des ressources en bétail et en culture.

Le mouton roux Massaï est naturellement résistant aux vers intestinaux. Les chercheurs travaillent à l'identification du gène concerné afin de l'isoler et de transmettre cette immunité à d'autres espèces.

La nature est donc un immense réservoir où les scientifiques peuvent puiser des trésors. La biotechnologie, qui comprend le génie génétique et le clonage, a permis de grandes avancées scientifiques dans ces domaines. Le premier permet de modifier des variétés en transférant des caractères d'autres variétés dans le code génétique que l'on veut modifier. Le clonage, quant à lui, consiste à répliquer des individus identiques par voie non sexuelle.

7. Le muséum comme archive de la biodiversité

Inventorier toutes les espèces existantes sur notre planète est une tâche immense, qui occupe les scientifiques depuis des centaines d'années. Les Grecs ont été parmi les premiers à collecter des plantes de manière systématique et à organiser des expéditions scientifiques. Théophraste (370-287 av. J.-C.), considéré comme le père de la botanique, a écrit le premier traité sur le règne végétal « Recherches sur les plantes ».

Chaque période aura ses grands voyageurs, qui feront avancer les découvertes sur le monde et ses ressources naturelles en tout genre (nourriture, épices, etc.). Les cabinets de curiosités existent depuis le XV^{e} siècle. Destinés à un public privé de nobles ou de naturalistes avertis, ils présentaient des pièces rares ou impressionnantes. Au XVIII^{e} siècle, le siècle des Lumières, ils vont s'enrichir et les collections se structureront pour préfigurer les premiers muséums.

Les muséums abritent de nombreuses collections d'animaux et de plantes actuels et fossiles, récoltées avec soin par plusieurs générations de scientifiques. Ils font donc partie intégrante de notre patrimoine naturel et participent activement à la connaissance et à la préservation de la biodiversité.

Le Muséum d'histoire naturelle de Genève détient 5716 espèces d'oiseaux différentes dans ses collections, alors que les scientifiques connaissent aujourd'hui environ 10'000 espèces réparties dans le monde entier. Il conserve notamment 323 espèces d'oiseaux suisses sur les 349 espèces connues en Suisse.

Dans tous les pays, les collections sont de nos jours toujours complétées avec soin par les scientifiques. Si les espèces répertoriées se chiffrent à 1,7 millions d'espèces, 15'000 espèces nouvelles sont identifiées chaque année. Le nombre d'espèces réel est estimé entre 10 et 30 millions, animaux et végétaux confondus.

Les jardins botaniques et parcs zoologiques sont aussi des lieux privilégiés pour conserver et inventorier la biodiversité. Si cette conservation est artificielle, elle permet de mettre à l'abri temporairement des espèces menacées d'extinction. C'est aussi le cas avec les banques de gènes, constituées de graines, de pollens et de tubercules. On parle alors de conservation « ex-situ ».

Les parcs et réserves naturelles sont d'autres lieux, où l'on conserve les différentes espèces végétales et animales, cette fois-ci « in-situ ». Il s'agit alors d'une région (terrestre, aquatique ou marine) représentant une grande valeur biologique et mise à l'abri de la chasse ou de l'exploitation de ses ressources. Les réserves, avec des conditions d'accès restreintes, sont des lieux indispensables à la préservation de biotopes vierges ou d'espèces rares.

En Suisse, les Alpes comportent encore de rares zones entièrement naturelles. Malheureusement, seule une faible partie – estimée à 3 % selon Pro Natura – est protégée efficacement. Cette organisation, qui gère 694 réserves naturelles dans tout le pays, souhaiterait en créer 8 nouvelles.

8. Conservation - Protection

Le Sommet « Planète Terre », précédé par celui de Stockholm en 1972, s'est déroulé en 1992 à Rio. Ce ne sont pas moins de 179 pays, une centaine de chefs d'Etat et plus de 1500 ONG qui se sont réunis du 3 au 14 juin sous l'égide de la Conférence des Nations Unies pour l'environnement. L'objectif de ce sommet était de se donner les moyens d'assurer un développement durable à la planète, prenant conscience que cette dernière n'est pas un réservoir inépuisable. Celle-ci a adopté trois textes : l'Action 21 qui est un programme d'action dans le développement durable (devenu « Agenda 21 »); la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, qui consiste en un ensemble de 27 principes définissant les droits et les responsabilités des Etats dans ce domaine ; la Déclaration sur les principes relatifs aux forêts en vue d'une gestion écologiquement viable des forêts mondiales.

En 1994, la Suisse a ratifié la Convention sur la Diversité Biologique, ouverte à la signature lors de la Conférence de Rio de Janeiro. Son objectif est de protéger et d'agir sur les espèces biologiques, les habitats naturels et les écosystèmes. Un des objectifs majeurs de cette convention est l'accès facilité aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages résultant de leur utilisation (article 15). Cet article énonce un certain nombre d'obligations, aussi bien pour les pays détenteurs de ressources génétiques que pour les pays utilisateurs desdites ressources.

Un certains nombre d'organisations internationales ont pour but de développer le droit de l'environnement afin de protéger et conserver la biodiversité :

- le PNUE (Programme des nations unies pour l'environnement) est la plus haute autorité environnementale aux Nations Unies qui cherche à allier les problèmes environnementaux au développement durable. Il comprend en son sein le GRID (Global Resource Information Database), le UNEP-WCMC (Centre de surveillance de la conservation de la nature) ou encore les secrétariats de la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction), de la Convention sur la diversité biologique et la Convention sur les espèces migratoires.

- l'UICN (Union mondiale pour la nature) s'intéresse avant tout à la disparition des espèces et à l'intégrité des écosystèmes tout en intégrant la réalité politique, économique et sociale. Son siège se trouve en Suisse à Gland. Elle publie une liste rouge des espèces menacées d'extinction tous les trois ans. La liste de 2004 compte plus de 15'600 espèces.

- la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) lutte contre la faim dans le monde en mettant l'accent sur la connaissance et le dialogue sur les questions d'alimentation et d'agriculture, aussi bien dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés.

- l'UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture) travaille à l'identification, la protection et la préservation des patrimoines culturel et naturel à travers le monde.

D'autres organisations non gouvernementales (ONG) – comme le WWF, Pro Natura, les Amis de la Terre et bien d'autres – œuvrent depuis longtemps dans le domaine de l'environnement. Enfin, le troisième sommet de la Terre, ou Sommet mondial du développement durable, s'est tenu en 2002 à Johannesburg et a été l'occasion de faire le point sur ces dix dernières années. Il a débouché sur le plan d'application du Sommet mondial pour le développement durable.

9. Dangers pour la biodiversité

La diversité des êtres vivants est une véritable source de richesse, puisqu'elle garantit le maintien de la vie sur la Terre. Certains scientifiques sont aujourd'hui très préoccupés par ce problème, car l'érosion de cette diversité est spectaculaire. Edward O. Wilson, biologiste de l'Université de Harvard écrit dans son livre sur la diversité de la vie : « *On estime aujourd'hui qu'entre 1 et 10 % des espèces sont éliminées à chaque décennie, soit environ 27'000 chaque année* ». Cela signifierait la disparition à court terme d'un mammifère sur quatre, d'un oiseau sur huit, d'un amphibien sur trois et d'un poisson sur cinq.

° Les causes principales de toutes ces disparitions sont avant tout la modification, voire la destruction des habitats, liée à l'évolution démographique, l'urbanisation, l'agriculture moderne ou encore la déforestation.

Chaque année, aux mois de mars et avril, des centaines de grenouilles, crapauds, tritons et autres amphibiens se font écraser sur les routes lorsqu'ils quittent les forêts pour rejoindre leurs lieux de ponte.

° La pollution peut être atmosphérique avec les polluants gazeux et les particules de poussières de 0,01 à 5 micromètres contenant des métaux lourds. Cette pollution est provoquée par les activités humaines (combustion du charbon, pétrole, gaz naturel et autres), mais aussi parfois naturellement avec, par exemple, le volcanisme ou l'érosion des sols. Les polluants sont principalement le SO^2 (dioxyde de soufre) et le NO^2 (dioxyde d'azote) responsables des pluies acides ; l'O^3 (ozone) altère les fonctions pulmonaires ; le CO^2 (gaz carbonique) influence l'effet de serre et l'évolution du climat.

Les lichens sont un indicateur excellent du taux de pollution atmosphérique. Ces végétaux, extrêmement sensibles aux polluants comme le SO2 ou la radioactivité, se développent sur les pierres, les murs ou l'écorce des arbres quand l'atmosphère est saine.

L'altération de la qualité de l'eau douce est liée aux différentes activités humaines (domestiques, industrielles et agricoles), ainsi qu'à des phénomènes naturels (changements de température, par exemple). Tous les milieux aquatiques sont concernés : les cours d'eau, les marais, les littoraux, les mangroves, les récifs coralliens, les fonds océaniques, etc.

Les récifs se développent dans les eaux peu profondes, calmes et chaudes. Cosmopolites, ils sont extrêmement fragiles aux variations de température, du niveau de l'eau ou des courants marins. C'est un des écosystèmes les plus riches en faune et flore mais aussi les plus menacés par les changements climatiques.

Les sols qui abritent de nombreuses espèces animales en tout genre sont des milieux également sensibles à la pollution par les métaux lourds, les pesticides, les fongicides ou les insecticides.

° La cueillette, la pêche ou la chasse abusive, ou encore le pillage d'espèces rares font des ravages dans certains écosystèmes.

La perche du Nil introduite en 1950 et pêchée par les habitants du lac Victoria est en train de disparaître. En effet, depuis 1980, de grosses entreprises achètent au prix fort ces poissons qui partent pour l'exportation. Les experts constatent une diminution de la taille moyenne des perches (de 20 kg à 2 kg) et une diminution de la quantité pêchée des perches. Ce prédateur est par ailleurs un envahisseur qui a fait disparaître d'autres espèces locales.

° La sélection d'espèces existe depuis que les hommes cultivent la terre et élèvent du bétail. Ils sélectionnent les plantes ou animaux les plus résistants aux maladies et les plus productifs. De nos jours, cette sélection se fait de manière plus scientifique dans les instituts de recherche, grâce aux techniques de croisement et de sélection. Elles se font de manière classique ou par la biotechnologie. Les manipulations génétiques sont appelées « génie génétique » et le produit est alors considéré comme un organisme génétiquement modifié ou OGM. Cette méthode est plus rapide et plus rentable pour sélectionner des plantes à meilleurs rendements, mais les risques potentiels sont encore mal évalués. En effet, un gène pourrait se transmettre accidentellement à des espèces sauvages et déséquilibrer ainsi l'environnement (pollution écologique).

Les inégalités Nord-Sud sont telles que nul ne peut les ignorer. Cet aspect humain est indissociable de tout raisonnement concernant l'environnement et est inclus dans la notion de développement durable, appelé aussi développement « soutenable ». Les hommes doivent apprendre à faire mieux avec moins car les ressources de la nature ne sont pas extensibles.

En 1961, avec le mode de vie des Européens, une seule planète était nécessaire. Aujourd'hui, il en faudrait plus de trois pour satisfaire toutes nos demandes !

La compréhension de la biodiversité nécessite la prise en compte de nombreux facteurs, tous reliés les uns aux autres dans des réseaux complexes, subtiles, voire même paradoxaux.

Pistes de travail

1) Qu'est-ce qu'un écosystème ?

A. Choisir un écosystème particulier et l'étudier : forêt, marécage, récif corallien, cours d'eau, bord d'une rivière, etc.
B. Caractériser l'espace naturel ; décrire les couleurs, les lignes, les formes, l'espace.
C. Découvrir les différentes espèces végétales et animales.
D. Prendre quelques espèces et chercher comment elles vivent, quel est leur habitat, etc.
E. Quelles sont les relations entre elles ? La chaîne alimentaire ?
F. Y a-t-il des espèces menacées ?
G. Que se passerait-il si une espèce disparaissait dans cet écosystème ?
H. Un cas d'école : le lac Victoria, Afrique : recherche sur Internet, voir aussi le film « Le Cauchemar de Darwin ».

2) Qu'est-ce que l'évolution ?

A. Quels sont les animaux du passé ? Imaginer et dessiner les animaux du futur.
B. Une extinction pour toujours : le cas du dodo, des dinosaures, etc.

3) L'étude de la classification

Etudier le système de classification proposé par Charles Linné. Qu'est-ce qui définit une espèce ? Combien y a-t-il d'espèces d'insectes ? Combien y a-t-il d'espèces de mammifères ? Combien y a-t-il d'espèces d'hommes ?

4) Le monde animal

A. Etude de la réintroduction du gypaète barbu en Suisse.
B. Rechercher les animaux menacés de notre région.
C. Etude des chauves-souris en Suisse.

5) Le monde végétal

Réaliser un champ de fleurs sauvages pour y accueillir la faune régionale (papillons).

Pistes de travail (suite)

6) La nourriture

Observer les fruits et légumes proposés dans nos supermarchés. Qu'est-ce qu'on y trouve ? Est-ce que cela change d'une saison à l'autre ? Quelles sont les espèces locales ? Quelles sont les espèces hors saison ?
Retrouver différentes sortes de fraises, de maïs, de pommes de terre, etc.

7) Collectionner la biodiversité

A Le Centre Nature de la Pointe-à-la-Bise organise des visites pour les classes.
www.pointe-a-la-bise.ch

B. Le Muséum d'histoire naturelle et les Conservatoire et Jardin botaniques organisent de nombreuses activités autour de la biodiversité.
Il existe un jeu de l'oie géant « La biodiversité en jeu / Enjeux de la biodiversité ».
http://www.ville-ge.ch/musinfo

8) Conserver la biodiversité

A. Quels sont les Parcs Naturels Régionaux de Suisse ? Réserves naturelles ? Qu'est-ce qu'on a cherché à protéger ?

B. Quels sont les organismes internationaux de protection de la nature et leurs missions (UICN, WWF, PNUE, FAO, UNESCO, Pro Natura) ?

C. Quels sont les efforts entrepris en faveur de la biodiversité ? (collections de banques de gènes, centres de protection, compensation de la dette de certains gouvernements contre protection de l'environnement, etc.)

9) Danger !

Rechercher les menaces qui pèsent sur les espèces sauvages de notre région (chasse, pollution, urbanisation, catastrophes naturelles, etc.).

10) Divers

A. Créer l'Agenda 21 de votre école / Vous informer auprès de votre commune pour savoir ce qui est déjà mis en place.

B. Demander au Service cantonal du Développement durable le dossier « *Pour une consommation responsable. Faire ses achats en accord avec les principes du développement durable* ». Vingt fiches, dont une concernant la rentrée scolaire.
Tél. 022 / 327 89 90

C. Recherche en montagne. Dans les Alpes, les chercheurs ont défini plus de 200 types d'habitats. Lesquels observez-vous ?

Glossaire

(partiellement d'après E. O. Wilson dans « La diversité de la vie », Ed. O. Jacob 1993)

Biodiversité : la biodiversité – diversité biologique – est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants. Ceci inclut la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la variabilité des espèces et de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs (dite « diversité écosystémique »).

Biomasse : poids total (en général, il s'agit du poids de matière sèche) d'un groupe donné d'organismes dans une zone particulière. On peut, par exemple tenter de quantifier tous les oiseaux vivant dans un bois, toutes les algues d'une mare ou encore tous les organismes du monde entier.

Biotope : espace localisé servant de support à un ensemble d'espèces animales ou végétales (biocénose), où l'ensemble des facteurs physiques et chimiques (conditions climatiques, pédologiques, géologiques, hydrologiques, etc.) de l'environnement reste sensiblement constant.

Classe : dans la classification, groupe de genres dérivant d'un ancêtre commun de rang taxinomique inférieur à l'embranchement et supérieur à celui de l'ordre ; et représentant donc un ou plusieurs ordres.

Darwinisme : conception de l'évolution originellement proposée par Charles Darwin dans laquelle la sélection naturelle joue le rôle premier. L'interprétation actuelle de ce processus est appelée « néo-darwinisme » ; elle fait la synthèse de tout ce que nous savons sur l'évolution du point de vue de la génétique, de l'écologie et d'autres disciplines.

Ecologie : étude scientifique des interactions des organismes avec leur environnement, lequel comprend le milieu physique et les organismes qui y vivent.

Ecosystème : l'ensemble des organismes (biocénose) vivant dans un milieu naturel déterminé, comme un lac ou une forêt ou, en allant dans le sens des dimensions croissantes, un océan, voire la planète entière.

Embranchement : le plus haut niveau de classification en dessous du règne. Exemple : l'embranchement Mollusca (escargots, coquillages, pieuvres) ; l'embranchement Pterophyta (fougères).

Endémique : se dit d'une espèce ou d'une race indigène d'un lieu donné et que l'on ne trouve que localement. Si elle est apparue en ce même endroit par évolution, on dit aussi qu'elle est autochtone.

Environnement : terme désignant ce qui entoure un organisme ou une espèce, autrement dit l'écosystème dans lequel il vit, ce qui comprend à la fois l'environnement physique et les autres organismes avec lesquels il est en contact.

Espèce : unité fondamentale de la classification, consistant en une population (ou une série de populations) d'organismes étroitement apparentés et similaires. Chez les organismes se reproduisant sexuellement, l'espèce est définie de façon plus rigoureuse par le concept biologique de l'espèce : il s'agit alors d'une population ou d'une série de populations d'organismes qui se croisent entre eux sans difficulté dans les conditions naturelles, mais non avec les membres des autres espèces.

Evolution : en biologie, ce terme désigne le changement, de quelque nature qu'il soit, dans la constitution génétique d'une population d'organismes. L'évolution peut être d'ampleur variable, allant des petits changements dans la fréquence de gènes mineurs jusqu'à l'apparition de séries de nouvelles espèces. Les changements de petite ampleur sont appelés micro-évolution ; et ceux qui se situent à l'autre extrême, macro-évolution.

Extinction : arrêt d'une lignée d'organismes, à quelque niveau taxinomique que ce soit, de la sous-espèce à l'espèce et aux catégories taxinomiques plus élevées, allant du genre à l'embranchement. L'extinction peut être locale : dans ce cas, une ou plusieurs populations au sein d'une espèce donnée (ou d'un autre niveau taxinomique) disparaissent, mais d'autres continuent à survivre ailleurs ; elle peut être aussi totale : dans ce cas toutes les populations composant l'espèce disparaissent. Lorsque les biologistes parlent d'extinction d'une espèce donnée, sans autre précision, ils entendent : extinction totale.

Famille : dans la classification hiérarchique des organismes, groupe descendant d'ancêtres communs, se situant à un niveau plus élevé que le genre et plus bas que l'ordre. Exemple : les Félidés (apparentés au chat) ou les Fagacées (apparentées au hêtre ou au chêne).

Faune : ensemble des animaux figurant en un lieu particulier.

Flore : ensemble des plantes figurant en un lieu particulier.

Fossile : vestige, résidu, toute impression ou trace de plante ou d'animal d'une autre période géologique, ce qui veut dire, généralement, antérieurement à dix mille ans.

Gène : unité fondamentale de l'hérédité.

Génome : l'ensemble des gènes d'un organisme particulier.

Genre : groupe d'espèces similaires descendant d'ancêtres commun Exemples : le genre *Canis* qui comprend le loup, le chien et autres espèces de ce type ; ou bien le genre *Quercus*, qui comprend toutes les sortes de chênes.

Habitat : milieu d'un certain type, comme les rives d'un lac ou une prairie d'herbes hautes ; ce terme désigne aussi un milieu particulier dans un lieu géographique donné comme, par exemple, la forêt de montagne de Tahiti.

Milieu : air, sol, eau (faune, flore et micro-organismes).

Mutation : dans sa définition large, tout changement génétique chez un organisme, qu'il s'agisse d'une altération dans l'ADN constitutif des gènes ou d'un changement

dans la structure ou le nombre des chromosomes. Les mutations forment le matériau de base de l'évolution.

Niche écologique : terme vague mais utile en écologie, désignant la place occupée par une espèce dans un écosystème, définie par le lieu où elle vit, la nature de ce qu'elle mange, le territoire sur lequel elle déambule à la recherche de sa nourriture, sa saison d'activité.

Paléontologie : étude scientifique des fossiles et de toutes les traces de vie des espèces éteintes.

Patrimoine génétique collectif : l'ensemble des gènes de la totalité des organismes appartenant à une population.

Phylogénie : l'histoire évolutive d'un groupe particulier d'organismes, tels que des antilopes et des orchidées, appuyée par l'arbre généalogique des espèces qui composent le groupe.

Population : en biologie, tout groupe d'organismes appartenant à la même espèce et figurant dans le même lieu, au même moment.

Règne : la catégorie la plus élevée de la classification des organismes. On reconnaît habituellement cinq règnes, appelés respectivement Plantae (les plantes) ; Animalia (les animaux) ; Fungi (les champignons) ; Protista – ou Protoctista – (algues et « animaux » unicellulaires) ; et Monera (bactéries et proches apparentés).

Sélection naturelle : contribution différentielle à la nouvelle génération par différents types génétiques appartenant à la même population ; c'est le mécanisme de l'évolution proposé par Darwin. Processus distinct de la sélection artificielle, dont le principe est le même, mais qui est guidé par l'homme.

Spéciation : processus de la formation des espèces : séquence complète des événements conduisant à la division d'une population d'organismes en deux populations (ou plus) reproductivement isolées.

Systématique : étude scientifique de la biodiversité. Terme parfois utilisé de façon synonyme à « taxinomie » : dans ce cas, il recouvre les études de classification pure et les reconstructions des phylogénies (relations entre les espèces) ; à d'autres occasions, ce terme est utilisé de façon plus large pour désigner les études couvrant tous les aspects de la biodiversité (comme sa genèse et son contenu).

Zone rouge : région du monde, comme l'île de Madagascar, riche en espèces endémiques menacées d'extinction par des perturbations de l'environnement.

La biodiversité en chiffres

(d'après le Communiqué de presse de la Commission Européenne sur la biodiversité)

- On estime que 80 % de la forêt originelle qui couvrait la surface de la Terre il y a 8000 ans ont disparu, ou ont été endommagés ou fractionnés.

- D'après certains experts, les espèces disparaissent aujourd'hui à un rythme 1000 à 10'000 fois supérieur au rythme naturel.

- L'étude d'un échantillon de 23 espèces communes d'oiseaux des champs et de 24 espèces communes d'oiseaux des bois dans 18 pays européens montre que leur nombre a chuté de 71 % entre 1980 et 2002.

- L'UICN, qui est l'organisme mondial pour la conservation de la nature, dénombre 12'259 espèces menacées d'extinction. Pour établir la « liste rouge des espèces menacées » en 2003, l'UICN a pu évaluer l'état de conservation de 2 % de 1,53 millions d'espèces pour lesquelles elle disposait d'une description.

- Les deux groupes d'animaux bien étudiés sont les mammifères et les oiseaux. Actuellement, un quart (24%) des mammifères et un huitième (12 %) des oiseaux sont confrontés à un risque d'extinction élevé.

- Sur l'ensemble du continent européen sont menacés : 42 % des mammifères, 15 % des oiseaux, 45 % des papillons, 30 % des amphibiens, 45 % des reptiles et 52 % des poissons d'eau douce.

- Le dernier représentant d'une variété de chèvre de montagne, qui répondait au nom de « Bucardo », est mort en janvier 2000 dans un parc national espagnol.

- Les forêts de la planète abritent environ la moitié des espèces présentes sur Terre, qui disparaissent au rythme de 0,8 % par an.

- L'Europe a perdu plus de la moitié de ses zones humides.

- Un tiers des récifs coralliens dans le monde sont déjà morts ; un deuxième tiers est menacé aujourd'hui.

- Font l'attention des services de protection : les 10 % seulement des zones abritant une diversité biologique, ainsi que le 1 % des océans.

- La planète est bleue. Mais seul 0,01 % de cette eau est disponible pour les êtres vivants et elle est mal répartie. Si la terre avait le volume d'une orange, l'eau douce équivaudrait à une goutte d'eau.

Orientation bibliographique

OUVRAGES DE REFERENCE

AUROI, Claude, ***La diversité biologique. La vie en péril*** (Société pour la Protection de l'Environnement), Ed. Georg 1992.

BEAUX, Jean-François, *L'environnement*, Ed. Nathan, Collection Repères pratiques, 2004.

CHAUVEAU, Loïc, ***Petit atlas des risques écologiques***, Ed. Petite encyclopédie Larousse 2004.

COLLECTIF, ***12 questions d'actualité sur l'environnement***, Ministère de l'environnement, Z'éditions 1996.

COSTERMANS, Dominique, ***Le développement durable expliqué aux enfants***, Editions Luc Pire (éditions de la Chambre de Commerce et d'Industrie) ; Bruxelles 2004.

FONDATION NICOLAS HULOT, ***Le Petit Livre Vert pour la Terre***, Pour la Nature et l'homme, réalisé avec le soutien technique et scientifique de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, téléchargeable sur le site : http://www.planete-nature.org/geste/gestes.php.

GOULD, Stephen Jay, ***La vie est belle. Les surprises de l'évolution***, traduit de l'anglais par Marcel Blanc, (1989), éd. du Seuil 1991.

GRAF PANNATIER, Elisabeth, ***L'avenir des forêts suisses***, Nature et Environnement, Le Savoir suisse, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2005.

JANVIER, Philippe, ***D'une extinction à l'autre***, in *: Les dossiers de la Recherche* N°19, mai-juillet 2005, pp. 67-72 (biodiversité).

LACROIX, Gérard & ABBADIE, Luc, ***Le grand livre de la biodiversité***, éd. CNRS, Paris 2005.

LEWIN, Leakey, ***La sixième extinction. Evolution et catastrophes***, traduit de l'anglais par Vincent Fleury, (1995), Ed. Flammarion, Paris 1997.

LONGET, René, ***La planète, sauvetage en cours. Le développement durable : des accords mondiaux à l'action locale***, Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 2005.

MACKAY, Richard, ***Atlas des espèces en danger***, traduit de l'anglais par Brigitte François, Editions Autrement - collection Atlas/ Monde, 2002.

POLLOCK, Steve, ***L'écologie****,* traduit de l'anglais par Guilhem Lesaffre, Ed. Gallimard, Collection Les yeux de la découverte, 1994-2003.

SERVICE CANTONAL DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ***Pour une consommation responsable, Faire ses achats en accord avec les principes du développement durable****,* 2005.

UNESCO, ***Le jardin de Monsieur Noé, La biodiversité en péril*** ; Commission nationale suisse pour l'UNESCO. Brochure très accessible aux enfants sur l'intérêt de la biodiversité, son appauvrissement, les perspectives. Téléchargeable sur internet : http://www.unesco.ch/biblio-f/veroeffentlichungen.htm

WILSON, Edward O., ***La diversité de la vie***, traduit de l'anglais par Marcel Blanc, Ed. Odile Jacob 1993.

SITES INTERNET

http://www.amisdelaterre.org/

http://www.are.admin.ch/are/fr/nachhaltig/agenda_21/index.html (Agenda 21 en Suisse)

http://www.biodiversite.ch

http://www.cforp.on.ca/technoscience/6systvivelec.html (Technosciences. Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques)

http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/ministere_817/expositions_3347/expositions-scientifiques_4615/les-expositions_4627/biodiversite-humanite_4977/biodiversite-humanite_13309.html (exposition biodiversité et humanité)

http://fr.wikipedia.org/wiki/Biodiversit%C3%A9 (conférence)

http://www.inra.fr/la_science_et_vous/dossiers_scientifiques/biodiversite

http://www.iucn.org/redlist/ (Liste des espèces menacées)

http://www.pronatura.ch/

http://www.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv/ (Un exemple : biodiversité du Saint-Laurent)

http://www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/ (conférence international, janvier 2005)

http://www.sommetjohannesburg.org/ (Site du Sommet Mondial du développement durable)

http://www.ville-ge.ch/agenda21/ (Agenda 21 de la Ville de Genève)

http://www.wwf.ch/fr/

http://www2.cnrs.fr/presse/journal/1895.htm (Journal du CNRS, Janvier 2005 – Biodiversité, No 180)

http://eduscol.education.fr/D0110/biodiversite.pdf (pistes de travail)

http://environnement.ecoles.free.fr/biodiversite_enjeux_defis.htm

http://etat.geneve.ch/dt/site/presidence-secretariat/developpement-durable/master-home.jsp (site de l'Etat de Genève sur le développement durable)